

Почему и как стоимость наукоемких компаний нарушает финансовую теорию: эффекты для политики и управления

Сергей Бредихин ^a

Младший научный сотрудник, Центр научно-технической, инновационной и информационной политики, Институт статистических исследований и экономики знаний (ИСИЭЗ), sbredikhin@hse.ru.

Джонатан Линтон ^{b; a}

Руководитель направления «Операционный и технологический менеджмент» (Operations and Technology Management), Школа менеджмента (School of Management); заведующий лабораторией, Лаборатория исследований науки и технологий, ИСИЭЗ, j.linton@sheffield.ac.uk.

Таис Матоско ^c

Аспирант, thais@itamambuca.com.br.

^a Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики» (НИУ ВШЭ), 101000, Москва, ул. Мясницкая, 11.

^b Университет Шеффилда (University of Sheffield), Великобритания, B067, Conduit Road, S10 1LF, UK.

^c Федеральный университет Сан-Карлос (Universidade Federal de São Carlos), Бразилия, Rodovia Washington Luís, 310, São Carlos - SP, Brasil.

Аннотация

В статье анализируются специфика и причины резких масштабных колебаний стоимости наукоемких компаний, значения которых выходят за рамки допущений финансовой теории, справедливых для других областей. На примере выборки из 25 небольших биотехнологических исследовательских компаний, котирующихся на бирже, показано, что динамика их развития не согласуется с положениями неоклассической теории, согласно которой распределение прибыли подчинено гауссовской закономерности. Для более точного понимания природы такого отклонения данные компании сравнивались с предприятиями, входящими в Рейтинг S&P100 и в Перечень глобальных инноваторов Thomson Reuters. Крупные компании чаще

других сталкиваются с явлениями, «выпадающими» из гауссовской концепции, что обусловлено макроэкономическими факторами и событиями в индустрии, влияющими на большинство игроков. Фокус на небольших наукоемких биотехнологических компаниях позволяет точнее идентифицировать события, спровоцировавшие резкое увеличение либо падение их стоимости. Изучение характера и магнитуды этих явлений помогает разработчикам стратегий, инвесторам и менеджерам выявить как серьезные риски, так и новые возможности, связанные с биотехнологическими исследованиями и разработками. Как следствие, меняется представление о динамике изменений ценности научно-технической деятельности в целом.

Ключевые слова: стоимость компании; биотехнологические исследования и разработки (ИиР); финансовая теория; волатильность рыночной стоимости; наукоемкие компании.

Цитирование: Bredikhin S., Linton J., Matoszko T. (2017) Why and How the Value of Science-Based Firms Violates Financial Theory: Implications for Policy and Governance. *Foresight and STI Governance*, vol. 11, no 1, pp. 24–30. DOI: 10.17323/2500-2597.2017.1.24.30.

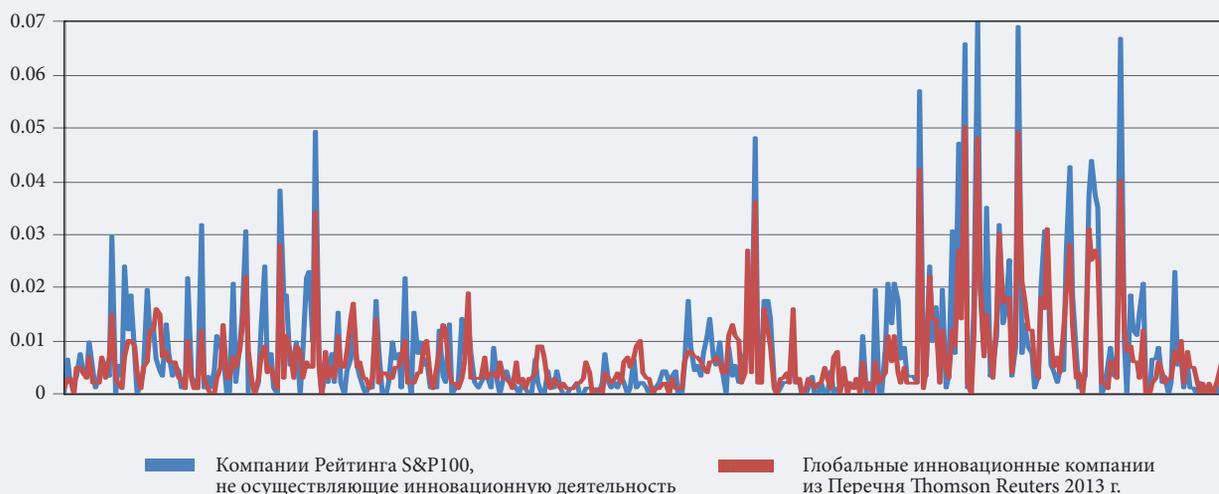
Динамика распределения прибыли среди крупнейших наукоемких компаний [Casault et al., 2013, 2014] не согласуется с закономерностями, описываемыми мейнстримной неоклассической экономической теорией [Willigers, Hansen, 2008; Newton et al., 2004]. Наша работа посвящена анализу специфики таких противоречий и причин их возникновения. При этом основное внимание уделяется вопросам, связанным с проведением исследований и разработок (ИиР), рассматривается также влияние иных видов деятельности. Таким образом, формируется более полное представление о неравновесном поведении наукоемких организаций и вкладе научно-технологической и инновационной активности в этот процесс.

Известно, что резкие скачкообразные колебания в маргинальном распределении прибыли могут вызываться случайными факторами [Filiassi et al., 2014]. Однако распространенной причиной возникновения спекулятивных пузырей считается стадное поведение инвесторов [Sornette, Ouillon, 2012; Wosnitza, Sornette, 2015], которое в случае наукоемкого бизнеса может провоцироваться результатами инновационной деятельности. Для того чтобы глубже понять поведенческие сходства и различия между наукоемкими и иными предприятиями, мы изучили 76 участников Рейтинга S&P100¹, не вошедших в Перечень глобальных инновационных компаний Thomson Reuters². Это позволило составить базовый поведенческий «портрет» ведущих игроков. Рассматривались также 83 фигуранта из Перечня Thomson Reuters за 2013 г., из которых 24 одновременно включены в Рейтинг S&P100.

Наша гипотеза базировалась на том, что научная деятельность — важный драйвер резкого колебания

стоимости корпоративных акций. Для проверки данного предположения мы изучали среднее ежедневное количество событий на финансовом рынке, меняющих цены с магнитудой $>3\sigma$. С этой целью анализировали статистику по крупным компаниям с различной степенью инновационной активности за период с 2003 по 2013 г. На рис. 1 представлена сравнительная динамика показателей компаний — участников каждого из рейтингов, столкнувшихся с изменением стоимости $>3\sigma$. В отношении крупных предприятий из Рейтинга S&P100 с низкой инновационной активностью или полным ее отсутствием, не включенных по этой причине в Перечень Thomson Reuters (голубая линия), наблюдается значительное число событий, выбивающихся из гауссовского распределения. Может сложиться впечатление, что такие предприятия чаще сталкиваются с волатильными явлениями, чем организации-новаторы (красная линия). Вместе с тем углубленный анализ частоты наступления внезапных колебаний рыночной стоимости свидетельствует, что для многих компаний они происходили в один и тот же день. Поскольку подобное наложение может обуславливаться макроэкономическими факторами, необходимо его дальнейшее изучение. На рис. 2 представлена уточненная оценка. В этом случае не учитывались периоды высокой экономической волатильности — 2008, 2009 и 2011 гг., вызванной масштабными макроэкономическими событиями, такими как крах фондовой биржи и риски неисполнения долговых и бюджетных обязательств Грецией и США. Как видим, с устранением влияния подобных факторов, неизбежно ведущего к скачкам стоимости $>3\sigma$, исчезает и «превосходство» компаний «голубой линии», вместо которых на рис. 2 в большинстве дней года доминируют игроки «красной

Рис. 1. Среднее число событий, вызвавших изменения цены с магнитудой свыше $>3\sigma$, за период 2003–2013 гг., по дням года

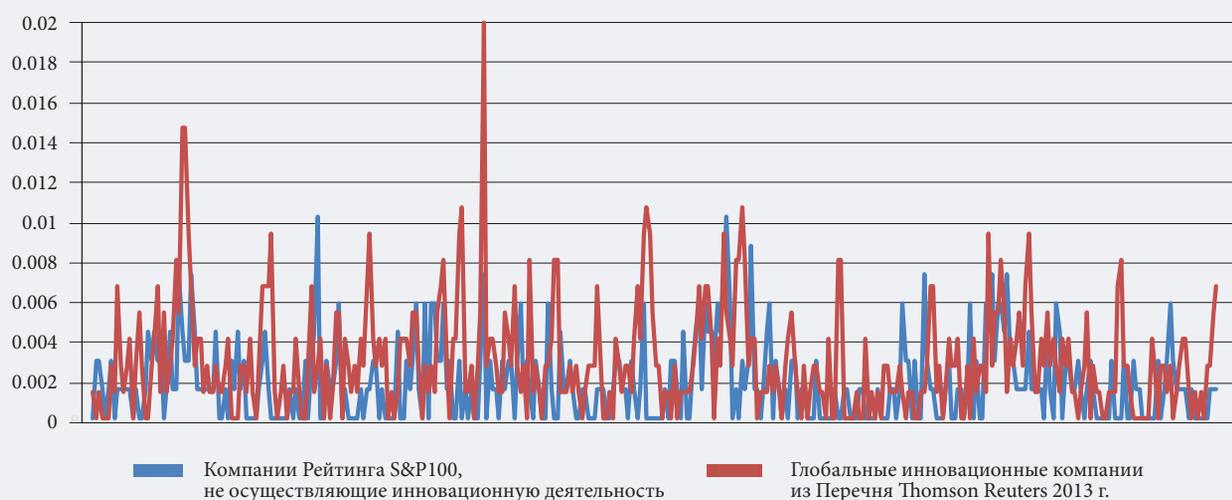


Источник: составлено авторами.

¹ Режим доступа: <http://us.spindices.com/indices/equity/sp-global-100-c>, дата обращения 17.08.2016.

² Режим доступа: <http://www.reuters.com/bizfinance/technology/Top100Innovators>, дата обращения 17.08.2016.

Рис. 2. Среднее число событий, вызвавших изменения цены с магнитудой свыше $>3\sigma$, за период 2003–2013 гг. (без учета кризисных 2008, 2009 и 2011 гг.), по дням года



Источник: составлено авторами

линии». Сравнение рис. 1 и 2 показывает, что корреляция долей волатильных событий для крупных компаний с высокой и низкой инновационной активностью падает с 0.87 до 0.24 при исключении из рассмотрения 2008, 2009 и 2011 гг. Следовательно, крупные инновационные компании тесно зависят от общих экономических трендов. В период сильных экзогенных шоков динамика их стоимости характеризуется ярко выраженными колебаниями, в иных случаях она не столь заметна.

Перейдем к рассмотрению небольших наукоемких биотехнологических компаний, которым присвоен статус эталонных. Их деятельность чаще всего опирается на какой-либо единственный технологический продукт или платформу, следовательно, исключается «портфельный эффект» (*portfolio effect*), нивелирующий влияние событий «научного» происхождения, относящихся к сфере науки, технологий и инноваций, независимо от их характера. К тому же стоимость биотехнологических предприятий во многом определяется фактором интеллектуальной собственности. Маловероятно, что присутствие либо отсутствие холдингов недвижимости или промышленных компаний существенно скажется на ежедневной динамике рынка. Кроме того, ограничение выборки игроками, чья деятельность широко освещается в СМИ, позволило четко увязать резкие ценовые колебания с наступлением соответствующих волатильных событий. Применение данного критерия привело к сокращению числа изучаемых небольших наукоемких компаний с 52 до 25.

За 10 лет изучаемые компании сталкивались с 20 волатильными событиями, которые мгновенно меняли их стоимость с магнитудой $>8\sigma$, хотя вероят-

ность такого явления в обозначенном периоде составляла $<10^{-11}$. События, вызвавшие не столь масштабные колебания стоимости (от 3 до 8σ), фиксировались 663 раза, хотя, согласно финансовой и статистической теории их число не должно превышать 69. Изучение природы волатильных событий дает возможность оценить уникальность наукоемких биотехнологических компаний. Вероятно, полученные результаты применимы и к другим отраслям. Однако в сферах, где вопросы интеллектуальной собственности и регуляторная деятельность профильных ведомств³ слабее влияют на стоимость компании, установить вклад ИиР и инновационной деятельности в ее изменение значительно труднее. Анализ корпоративных веб-сайтов и портала Business Wire⁴ позволил вычленивать новостные сообщения, объясняющие причины непредсказуемой финансовой волатильности для 295 (44%) конкретных дат, в которые она наблюдалась.

Биотехнологические ИиР и «толстые хвосты»: эмпирические свидетельства

По мере нарастания магнитуды ежедневных ценовых колебаний частота волатильных событий должна снижаться в геометрической прогрессии. Несмотря на резкое уменьшение частоты подобных колебаний, его темпы оказались медленнее, чем предполагалось (табл. 1). Это важное наблюдение, поскольку наукоемкие биотехнологические компании сталкиваются с масштабными событиями, вследствие которых магнитуда ценовых колебаний на порядки превышает прогнозируемое значение. Следовательно, для инвестиционно-

³ Например, Управление по санитарному надзору за качеством пищевых продуктов и медикаментов США (US Food and Drug Administration, FDA).

⁴ Режим доступа: <http://www.businesswire.com/portal/site/home/>, дата обращения 23.06.2016.

Табл. 1. Сводная статистика частоты резких ценовых колебаний и разница в порядке магнитуд между прогнозируемыми и реальными эффектами*

Магнитуда изменения цены	Число событий в жизни рассматриваемых 25 компаний	Разница между фактическим и ожидаемым изменениями цены (порядок магнитуд)
Ниже -8σ	32	12+
От -7 до -8σ	10	7+
От -6 до -7σ	7	4+
От -5 до -6σ	18	2+
От -4 до -5σ	55	1+
От -3 до -4σ	128	0 (1.4 раза)
От 3 до 4σ	239	0 (2.6 раза)
От 4 до 5σ	84	1+
От 5 до 6σ	37	3+
От 6 до 7σ	17	5+
От 7 до 8σ	9	7+
Свыше 8σ	27	12+

* Например, если наступление события ожидается в одном случае из 1000, а происходит в двух случаях из 10, порядок магнитуды равен 2+.

Источник: составлено авторами.

го портфеля, включающего такие предприятия, может произойти серия событий с непредсказуемо высокой магнитудой, ведущих к позитивному чистому изменению цены более чем на 600σ . В соответствии с финансовой теорией отклонения распределяются симметрично относительно нуля, поэтому итоговый положительный результат оказывается внезапным и определяющим, но тем не менее, согласуется с экстраординарными показателями компаний, чья деятельность опирается на биотехнологические ИиР.

Высокая волатильность стоимости наукоемких биотехнологических компаний вызвана как управленческими, так и техническими факторами. Первая группа драйверов представляет интерес для инвесторов и менеджеров, а вторая — для ученых и разработчиков стратегий. Последние получают представление о том, каким образом то или иное событие может привести к резкому взлету или падению ценности научных результатов. Вопреки распространенным убеждениям, что управление наукой аналогично другим областям инвестирования, динамика происходящих здесь процессов существенно отличается. Осознание этого факта позволяет предотвратить отсев высокорисковых и дорогостоящих научных проектов при следовании стандартным практикам бухгалтерского учета и инвестиционной аналитики. Характеристики обоих типов драйверов приведены в табл. 2.

Табл. 2. Сводная статистика волатильных событий, обусловленных факторами «научного» и «управленческого» характера *

Тип события, ассоциируемый с повышенной ценовой волатильностью	Число наблюдений			Экстремальные значения (σ)		Средние значения (σ)	
	Всего	Положительные случаи	Отрицательные случаи	Положительные	Отрицательные	Положительные	Отрицательные
Результаты экспериментов	81	45	36	23.0	22.1	5.1	7.3
Государственная сертификация	38	21	17	21.9	9.3	5.8	5.7
Научное открытие / выпуск нового продукта	19	14	5	13.8	5.3	6.9	3.9
Селекторное совещание по научным вопросам	7	4	3	4.7	7.1	3.5	4.8
Заключение соглашения с контрагентом по научной деятельности	8	6	2	13.6	4.6	7.1	4.0
Получение патента	3	3		3.9		1.7	
Публикация финансовой отчетности	40	23	17	8.8	18.8	4.3	5.6
Выпуск непривилегированных акций	24	9	15	22.5	24.5	7.7	7.4
Финансовое уведомление	17	11	6	5.2	6.0	4.9	4.1
Селекторное совещание по управленческим вопросам	12	8	4	6.1	4.0	4.3	3.6
Заключение соглашения с контрагентом по управленческим вопросам	8	6	2	17.8	8.9	7.0	6.3
Изменения в руководстве компании	12	9	3	5.4	12.1	7.0	6.3
Судебное уведомление	5	4	1	4.0	3.1	3.7	3.1
Заключение международного соглашения	10	8	2	5.0	4.5	4.3	4.1
Приобретение нового оборудования	1	0	1		3.1		3.1
Открытая эмиссия новых акций	7	2	5	8.4	6.5	8.3	5.4
Изменение названия компании	1	1	0	5.7		5.7	
Анонс новой стратегии	1	1	0	18.6		18.6	

*Частота, экстремумы и средние значения для событий с позитивными либо негативными эффектами выражены в показателях стандартного отклонения цены акций (σ).

Источник: составлено авторами.

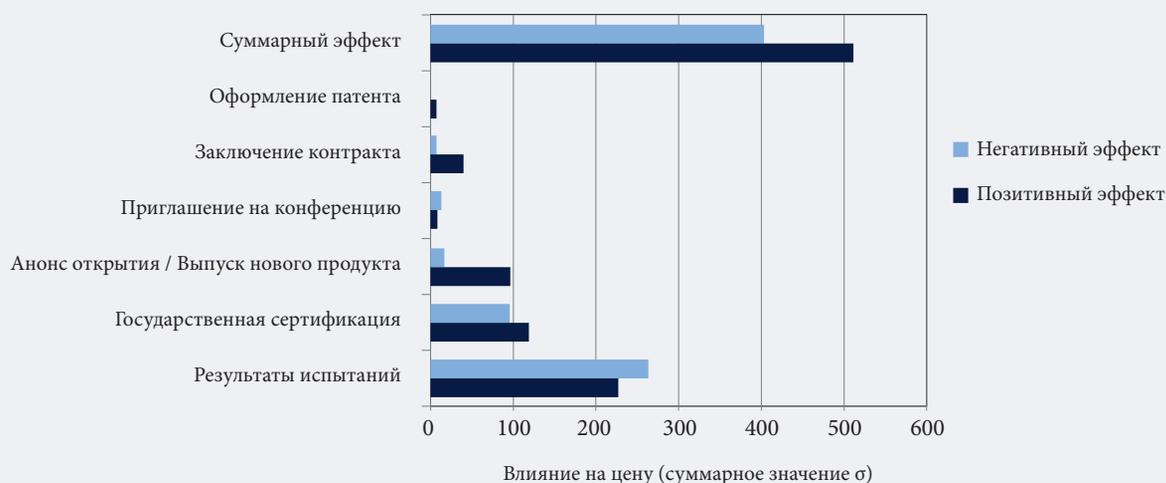
Тем не менее для целей нашей статьи первоочередной интерес представляют технические факторы, такие как результаты экспериментов, государственная сертификация, новые открытия, расширение областей применения, селекторные совещания по научным вопросам, заключение соглашений, регистрация патентов. С подобными факторами связаны почти полторы сотни волатильных событий, в результате которых чистый эффект изменений в стоимости компании оказался эквивалентен 108σ (рис. 3), причем его значения могут быть как положительными, так и отрицательными. Провал эксперимента может привести к падению стоимостного эквивалента до 22σ , практически полностью обесценив капитализацию компании-инициатора. В случае успешного эксперимента возможен колоссальный прирост стоимости (до 23σ), а совершение открытия или расширение сферы применения продукта способно добавить свыше 13σ . Волатильные события, ведущие к изменениям стоимости с соответствующей магнитудой, с позиций теории эффективного финансового рынка невозможны. Это наводит на мысль, что в биотехнологической сфере действуют иные правила игры. Однако подобные явления не следует ассоциировать с «черными лебедями», непредсказуемыми по своей сути [Taleb, 2007]. Скорее они претендуют на статус «королей-драконов» (*dragon-kings*) — волатильных явлений, которые встречаются чаще, чем предполагает степенное масштабирование, что выделяет их из ранга других событий с аналогичным характером [Sornette, 2009]. Сущность «короля-дракона» наглядно иллюстрируется метафорой об «удачливом крестьянине», срывающем куш в национальной лотерее и таким образом создающем «аномалию» в статистике выигрышей в местных игорных заведениях [Malkov et al., 2012]. Для

идентификации «короля-дракона» в выборке и оценки предсказуемости ценовых изменений, обусловленных результатами ИиР, необходимы дополнительные исследования, включая соответствующие статистические тесты [Sornette, Ouillon, 2012]. В то же время их следует воспринимать исключительно как стохастические явления, поэтому при управлении биотехнологическими ИиР целесообразно учитывать эффекты таких событий.

Эффекты для управления биотехнологическими ИиР

Притом что управленческие и инвестиционные аспекты имеют большое значение, все же основной фокус статьи направлен на эффекты волатильных событий для оценки результативности и менеджмента научной деятельности. Учет резких ценовых колебаний, ставших следствием успеха либо провала научного эксперимента, предполагает иные подходы к управлению. От фокусирования на единичных экспериментах или открытиях следует переходить к портфельной оценке. В противном случае менеджеры и аналитики будут игнорировать проекты с высоким потенциалом, аргументируя это тем, что в случае их провала возможны масштабные потери в стоимости компании. Очевидно, что одно ценное открытие еще не говорит о гениальности автора, а провал не обязательно указывает на некомпетентность. Успех ученого заслуживает признания, однако именно портфельные показатели являются индикатором его квалификации. Важно, чтобы ученые, столкнувшиеся с серьезным провалом, сохраняли открытость новым вызовам. Факт проведения одного или нескольких неудачных экспериментов свидетельствует лишь о готовности осуществлять рискованные проекты

Рис. 3. Статистика эффектов волатильных событий, связанных с проведением ИиР, и их вклад в аномальное изменение портфельной стоимости биотехнологических компаний



Источник: составлено авторами.

Табл. 3. Научно-технологические компании, составившие выборку кейса

Наименование компании	Характер деятельности	Местоположение
ACADIA pharmaceuticals Inc.	Некоммерческая исследовательская организация	San Diego, CA
Access Pharmaceuticals Inc.	Коммерческая исследовательская лаборатория	Dallas, TX
Adolor Corp	Производство лекарственных препаратов	Lexington, PA
Alexza Pharmaceuticals Inc.	Производство лекарственных препаратов	Mountain View, CA
Ap Pharma Inc.	Производство лекарственных препаратов	Redwood City, CA
Aastrom Biosciences Inc.	Медицинская лаборатория	Ann Arbor, MI
Athersys inc.	Производство лекарственных препаратов	Cleveland, OH
Cyclacel Pharmaceuticals Inc.	Исследовательская лаборатория	Berkeley Heights, NJ
Elite Pharmaceuticals Inc.	Исследовательская фармацевтическая лаборатория	Northvale, NJ
Emisphere Tech Inc.	Производство лекарственных препаратов	Cedar Knolls, NJ
Entre Med Inc.	Производство лекарственных препаратов	Rockville, MD
Fibrocell Science Inc.	Реализация технологии аутогенной клеточной терапии	Exton, PA
GenMark Diagnostics Inc.	Биотехнологические продукты и услуги	Carlsbad, CA
GenVec Inc.	Производство лекарственных препаратов	Gaithersburg, MD
Hemisphere Biopharma Inc.	Биотехнологические продукты и услуги	Philadelphia, PA
Insmed Inc.	Производство лекарственных препаратов	Monmouth Junction, NJ
NovaDel Pharma Inc.	Специализированная компания по производству лекарств	Bridgewater, NJ
Northwest Biotherapeutics	Производство лекарственных препаратов	Bethesda, MD
Oculus Innovative Sciences Inc.	Биотехнологические продукты и услуги	Petaluma, CA
Oncothyreon Inc.	Контрактные исследования в области физики и биологии	Seattle, WA
Oxigen Biotherapeutics Inc.	Контрактные исследования в области физики и биологии	Morrisville, NC
OXIS International Inc.	Производство лекарственных препаратов	Beverly Hills, CA
Regenerx Biopharmaceuticals Inc.	Производство лекарственных препаратов	Bethesda, MD
Virtual Scopics Inc.	Хирургические и медицинские инструменты	Rochester, NY
WaferGen Biosystems Inc.	Производство лабораторного оборудования	Fremont, CA

Источник: составлено авторами.

с высоким потенциалом, но не обязательно подтверждает способность к их реализации.

В определенном смысле переход к портфельному подходу уже начался. Все чаще инвесторы принимают участие во многих проектах одновременно, разделяя риски с конкурентами, членами цепочки поставок и другими стейкхолдерами. Например, в США подобная схема предусмотрена Законом Бэя-Доула. Дальнейшее развитие социальных инноваций будет стимулировать разделение рисков, формирование консорциумов и трансфер технологий.

При разработке реалистичного прогноза стоимости биотехнологических проектов следует изучить поведение научно-технологических компаний (выборка из 25 проанализированных нами предприятий представлена в табл. 3). Для выявления потенциальных эффектов от научных исследований целесообразно использовать метод вторичного опробования Монте-Карло.

Углубленное изучение выборки из 25 фирм с совокупным профицитом 108σ позволило оценить добавленную стоимость портфеля научных проектов, обусловленную непредсказуемыми масштабными ценовыми колебаниями. Если предположить, что среднее значение стоимости компаний равняется 100, а $\sigma = 10$,

традиционный финансовый анализ не отобразит профицит, превышающий планку 100, так как симметрия вокруг средних результатов в стоимости равна среднему. Однако, поскольку существует асимметричный профицит 108σ (см. рис. 3), скорректированный для 25 фирм, это эквивалентно 4.32σ . Стоимость портфеля равна среднему + асимметрия $(4.32 \times 10) = 143.20$. Следовательно, на примере рассмотренного нами портфеля научно-технологических компаний осознание совокупных положительных эффектов неопределенности, вызванной появлением научных результатов, повышает стоимость на 43.2%.

Заключение

Анализ данных 52 научно-технологических компаний выявил расхождение их поведения с фундаментальными допущениями финансовой теории, касающимися эффективных рынков и гауссовского броуновского движения. Для уточнения факторов, обусловивших масштабную волатильность цен на акции, была дополнительно изучена выборка из 25 предприятий с доступными пресс-релизами по значительному количеству волатильных событий (44%). Показано, что яв-

ления, ставшие результатом научной деятельности, например открытия или важные эксперименты, привели к чистому увеличению стоимости (108σ на портфель или 4.32σ на компанию). Следовательно, применение традиционных методик, таких как чистая дисконтированная стоимость, внутренняя норма прибыли и простой период окупаемости, приведет к систематической недооценке результативных научных исследований, станет препятствием для их развития. Для более точного измерения стоимости подобных проектов целесообразно моделировать решения об инвестициях в биотехнологические ИиР с учетом поведения, присущего наукоёмким компаниям. Первичный отбор проектов эффективнее осуществлять на индивидуальной основе, тогда как

мониторинг и оценку следует проводить портфельным методом. Изучение магнитуды волатильных событий, включая результаты экспериментов, государственную сертификацию, регистрацию патентов, совершение открытий, позволяет точнее оценить эффекты научно-технической деятельности и реальную стоимость ее предложений.

Статья подготовлена по результатам исследования, проведенного в рамках Программы фундаментальных исследований Национального исследовательского университета «Высшая школа экономики» (НИУ ВШЭ), и с использованием средств субсидии в рамках государственной поддержки ведущих университетов Российской Федерации «5-100».

Библиография

- Casault S., Groen A.J., Linton J.D. (2013) Examination of the behavior of R&D returns using a power law // *Science and Public Policy*. Vol. 40. № 2. P. 219–228.
- Casault S., Groen A.J., Linton J.D. (2014) Improving value assessment of high-risk, high-reward biotechnology research: The role of ‘thick tails’ // *New Biotechnology*. Vol. 31. № 2. P. 172–178.
- Filiassi M., Livan G., Marsili M., Peressi M., Vesselli E., Zarinelli E. (2014) On the concentration of large deviations for fat tailed distributions, with application to financial data // *Journal of Statistical Mechanics: Theory and Experiment* (online). Issue 9, P09030. Режим доступа: <http://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-5468/2014/09/P09030/pdf>, дата обращения 15.02.2016.
- Malkov A., Zinkina J., Korotayev A. (2012) The origins of dragon-kings and their occurrence in society // *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*. Vol. 391. № 21. P. 5215–5229.
- Newton D.P., Paxson D.A., Widdicks M. (2004) Real R&D options // *International Journal of Management Reviews*. Vol. 5–6. № 2. P. 113–130.
- Sornette D. (2009) Dragon-kings, black swans, and the prediction of crises. Swiss Finance Institute Research Paper 09-36. Zürich: Swiss Finance Institute.
- Sornette D., Ouillon G. (2012) Dragon-kings: Mechanisms, statistical methods and empirical evidence // *The European Physical Journal Special Topics*. Vol. 205. № 1. P. 1–26.
- Taleb N.N. (2007) *The Black Swan: The Impact of the Highly Improbable*. New York: Random House.
- Willigers B.J.A., Hansen T.L. (2008) Project valuation in the pharmaceutical industry: A comparison of least-squares Monte Carlo real option valuation and conventional approaches // *R&D Management*. Vol. 38. № 5. P. 520–537.
- Wosnitza J.H., Sornette D. (2015) Analysis of log-periodic power law singularity patterns in time series related to credit risk // *The European Physical Journal B*. Vol. 88. № 4. P. 1–11.